



LAPORAN KEGIATAN

PEMBUATAN ASAM SITRAT DARI SAGU DENGAN CARA FERMENTASI PADA MEDIA CAIR

Oleh :

Ir. Danny Soetrisnanto, M.Eng

Istadi, ST

Ir. Amin Nugroho, MS

Heru Susanto, ST

Widayat, ST

Dibiayai Oleh Dana DIK Rutin Universitas Diponegoro, Sesuai Perjanjian Pelaksanaan
Penelitian Tanggal 25 Agustus 1998 Nomer : 3908/PT09. H2/N/1998

**FAKULTAS : TEKNIK
UNIVERSITAS / INSTITUSI : DIPONEGORO SEMARANG
BULAN, TAHUN : DESEMBER 1998**

LEMBAR IDENTITAS DAN PENGESAHAN LAPORAN AKHIR HASIL PENELITIAN DOSEN MUDA

1. a. Judul Penelitian	: Pembuatan Asam Sitrat dari Sagu dengan Cara Fermentasi pada Media Cair
b. Macam Penelitian	: Terapan
c. Kategori	: I

2. KETUA PENELITIAN

a. Nama Lengkap dan Gelar	: Ir. Danny Soetrisnanto, M.Eng.
b. Jenis Kelamin	: Laki-laki
c. Golongan/Pangkat/NIP	: IIIc / Penata / 130 701 053
d. Jabatan Fungsional	: Lektor Muda
e. Fakultas/Jurusan	: Teknik/Teknik Kimia
f. Univ./Ins/Akademi/Sekolah Tinggi	: Diponegoro
g. Bidang ilmu yang diteliti	: Teknik

3. Jumlah Tim Peneliti	: 5 orang
------------------------	-----------

4. Lokasi Penelitian	: Laboratorium Penelitian Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Undip, Semarang
----------------------	--

5. Jangka Waktu Penelitian	: 6 (enam) bulan
----------------------------	------------------


6. Biaya Penelitian	: Rp. 3.000.000,- (Tiga juta rupiah)
---------------------	--------------------------------------

7. Dibiayai melalui proyek	: Dana Rutin Universitas Diponegoro Tahun Anggaran 1998/1999
----------------------------	--

Semarang, 15 Februari 1999
Ketua Peneliti

Mengetahui,
Dekan Fak. Teknik
Universitas Diponegoro

Ir. Bambang Sutopo, M.Eng
NIP. 430 516 595


Ir. Danny Soetrisnanto, M.Eng
NIP. 130 701 053

Mengetahui,
Kepala Lembaga Penelitian

Dr. dr. H. Satoto
NIP. 130 368 071



RINGKASAN DAN SUMMARY

Asam sitrat adalah senyawa organik yang banyak sekali manfaatnya. Enam puluh persen dari produksi asam sitrat digunakan dalam industri makanan dan minuman yaitu untuk mengasamkan minuman ber-CO₂, jamu, selai dan makanan lainnya.

Asam sitrat dapat dibuat dengan berbagai cara, salah satunya adalah dengan metode fermentasi. Pertama dilakukan penyiapan starter. Kemudian media yang digunakan merupakan media cair dengan menggunakan tepung pati dari sagu sebagai bahan baku dengan konsentrasi tertentu ditambah dengan pupuk NPK dan MgSO₄ sebagai nutrisi. Setelah media diberi starter maka proses fermentasi berlangsung sampai hari ke-tujuh.

Penelitian ini dilakukan untuk mencari hubungan antara konsentrasi pati (%) terhadap komposisi nutrisi yang tetap dan kenaikan asam total terhadap waktu fermentasi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa asam sitrat yang terbentuk paling banyak pada konsentrasi pati 4% dan kenaikan asam total meningkat dengan bertambahnya waktu fermentasi. Sedangkan kondisi perbandingan berat nutrisi campuran dengan gelatin yang optimal pada 1 %.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah Yang Maha Kuasa, atas terselesaikannya penelitian dengan judul "Pembuatan Asam Sitrat dari Sagu dengan Cara Fermentasi pada Media Cair" sampai tersaji dalam bentuk laporan ini.

Laporan ini berisi tentang latar belakang penelitian, teori tentang sagu, asam sitrat dan fermentasi, metodologi penelitian dan hasil penelitian. Selain itu juga berisi lampiran yang menunjang laporan penelitian ini.

Pada kesempatan ini kami mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian Universitas Diponegoro melalui Dana DIK Rutin Universitas Diponegoro sehingga penelitian ini dapat terlaksana. Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu terlaksannya penelitian dan penyusunan laporan ini.

Laporan penelitian tidak bisa terlepas dari kekurangan, karena lemahnya kami sebagai manusia. Kami mengharapkan saran dan kritik yang membangun sehingga penelitian ini akan menjadi lebih sempurna dan kami berharap semoga penelitian ini mempunyai manfaat bagi orang banyak.

Semarang, Febuari 1999

Tim Peneliti

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Identitas dan Pengesahan	ii
Ringkasan dan Summary	iii
Kata Pengantar	iv
Daftar Isi	v
Daftar Tabel	vi
Daftar Gambar dan Grafik	vii
BAB I. PENDAHULUAN	1
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	2
2.1. Teori Sagu	2
2.2. Teori Fermentasi	3
BAB III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	5
3.1. Tujuan Penelitian	5
3.2. Manfaat Penelitian	5
BAB IV. METODE PENELITIAN	6
BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN	7
5.1. Hasil Penelitian	7
5.2. Pembahasan	10
BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN	12
DAFTAR PUSTAKA	13
LAMPIRAN A. HASIL PENELITIAN	14
LAMPIRAN B. GAMBAR PERKEMBANGAN ASPERGILLUS NIGER	15
LAMPIRAN C. CURRICULUM VITAE	18

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Komposisi bahan aci sagu, tapioka dan aci garut	2
Tabel A.1. Hasil penelitian untuk variabel berubah kadar pati	14
Tabel A.2. hasil penelitian untuk variabel berubah kadar nutrien	14

DAFTAR GAMBAR DAN GRAFIK

Gambar 1.	Fermentasi secara biokimia	4
Grafik 1	Konsentrasi asam total akhir sebagai fungsi waktu dengan kadar Pati 0,5 - 2 %	7
Grafik 2	Konsentrasi asam total akhir sebagai fungsi waktu dengan kadar Pati 2 - 4 %	7
Grafik 3	Hubungan konversi asam sitrat dengan kadar pati	8
Grafik 4	Hubungan berat asam sitrat yang terbentuk dengan kadar pati	8
Grafik 5	Konsentrasi asam total akhir sebagai fungsi waktu dengan kadar Nutrien 0,2 -0,8 %	9
Grafik 6	Konsentrasi asam total akhir sebagai fungsi waktu dengan kadar Nutrien 1 - 1,6 %	9
Grafik 7	Hubungan konversi asam sitrat dengan kadar nutrien NPK	10
Grafik 4	Hubungan berat asam sitrat yang terbentuk dengan nutrien NPK	10
Gambar B.1.	Perkembangan aspergillus niger pada hari ke -3	15
Gambar B.2.	Perkembangan aspergillus niger pada hari ke -4	15
Gambar B.3.	Perkembangan aspergillus niger pada hari ke -5	16
Gambar B.4.	Perkembangan aspergillus niger pada hari ke -6	16
Gambar B.5.	Perkembangan aspergillus niger pada hari ke -7	17

BAB I

PENDAHULUAN

Kegiatan riset dan penelitian terhadap sumber daya alam perlu ditingkatkan dengan tujuan untuk lebih memanfaatkan sumber daya alam seperti : hutan , tanah, air sebagai energi yang sangat diperlukan bagi pembangunan. Indonesia merupakan negara yang kaya akan tanaman penghasil karbohidrat. Sagu banyak dijumpai di daerah Maluku sebagai bahan makanan, kemudian tersebar ke Irian Jaya dan Sulawesi. Sagu dapat digunakan sebagai bahan baku untuk berbagai macam industri seperti industri farmasi, industri makanan dan sebagainya.

Salah satu dari produk industri bioteknologi kita adalah Asam Sitrat. Sepuluh persen produksinya digunakan dalam industri farmasi (sebagai sumber zat besi yaitu sebagai Fe-sitrat) kemudian 25 % dimanfaatkan oleh industri kimia sebagai bahan pelunak dan anti buih. Sedangkan 60 % digunakan dalam industri makanan dan minuman sebagai pengasam minuman berkarbonasi, jamu dan selai.

Asam sitrat merupakan senyawa alami yang banyak terdapat pada berbagai jenis tanaman terutama buah-buahan. Mulai tahun 1993 asam sitrat diproduksi di Indonesia melalui proses fermentasi . Proses ini mempunyai beberapa kelebihan yaitu bahan baku yang murah, suhu dan tekanan operasi yang rendah dan hemat energi. Oleh karena itu perlu diteliti beberapa variabel penelitian untuk bahan baku alternatif seperti sagu.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

1.1. Teori Sagu

Pada pusat-pusat penghasil sagu hanya memanfaatkan sagu sebagai bahan pangan tradisional yang diproduksi dalam skala industri kecil. Padahal dalam perkembangan terakhir menunjukkan bahwa sagu sebagai salah satu sumber karbohidrat semestinya dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk berbagai macam industri modern antara lain memanfaatkan sagu menjadi bahan baku industri asam sitrat.

Komponen yang paling dominan dalam sagu adalah karbohidrat. Untuk setiap 100 gram sagu terdapat 84,9 gram karbohidrat mempunyai potensi yang besar untuk menghasilkan asam sitrat. (*Haryanto dkk., 1992*). Komposisi komponen-komponen penyusun aci sagu, tapioka dan aci garut dapat dilihat pada tabel 1.

Pati merupakan butiran atau granula yang berwarna putih mengkilat, tidak berbau dan tidak mempunyai rasa. Granula pati mempunyai bentuk dan ukuran yang beraneka ragam. Pati sagu berbentuk elips (proplate ellipsoidal) mirip pati kentang. Pati sagu mengandung sekitar 27 % amilase dan 73 % amilo pektin. Rasio amilase dan amilopektin akan mempengaruhi sifat-sifat pati itu sendiri.

Granula pati dapat membengkak luar biasa dan pecah sehingga tidak dapat kembali pada kondisi semula. Perubahan sifat inilah yang disebut gelatinisasi. Suhu gelatinisasi tergantung pada konsentrasi suspensi pati. Semakin tinggi konsentrasi larutan pati, suhu gelatinisasi makin lambat tercapai

Tabel 2.1. Komposisi Bahan Aci Sagu, Tapioka dan Aci Garut.

KOMPONEN	TAPIOKA	ACI GARUT	ACI SAGU
Kalori (kal)	362	355	353
Protein (gram)	0,5	0,7	0,7
Lemak (gram)	0,3	0,2	0,2
Karbohidrat (gram)	86,9	85,2	84,7
Air (gram)	12,0	13,6	14,0
Phospor (mg)	-	22	13
Kalsium (mg)	-	8	11
Besi (mg)	-	1,5	1,5

2.2. Teori Fermentasi

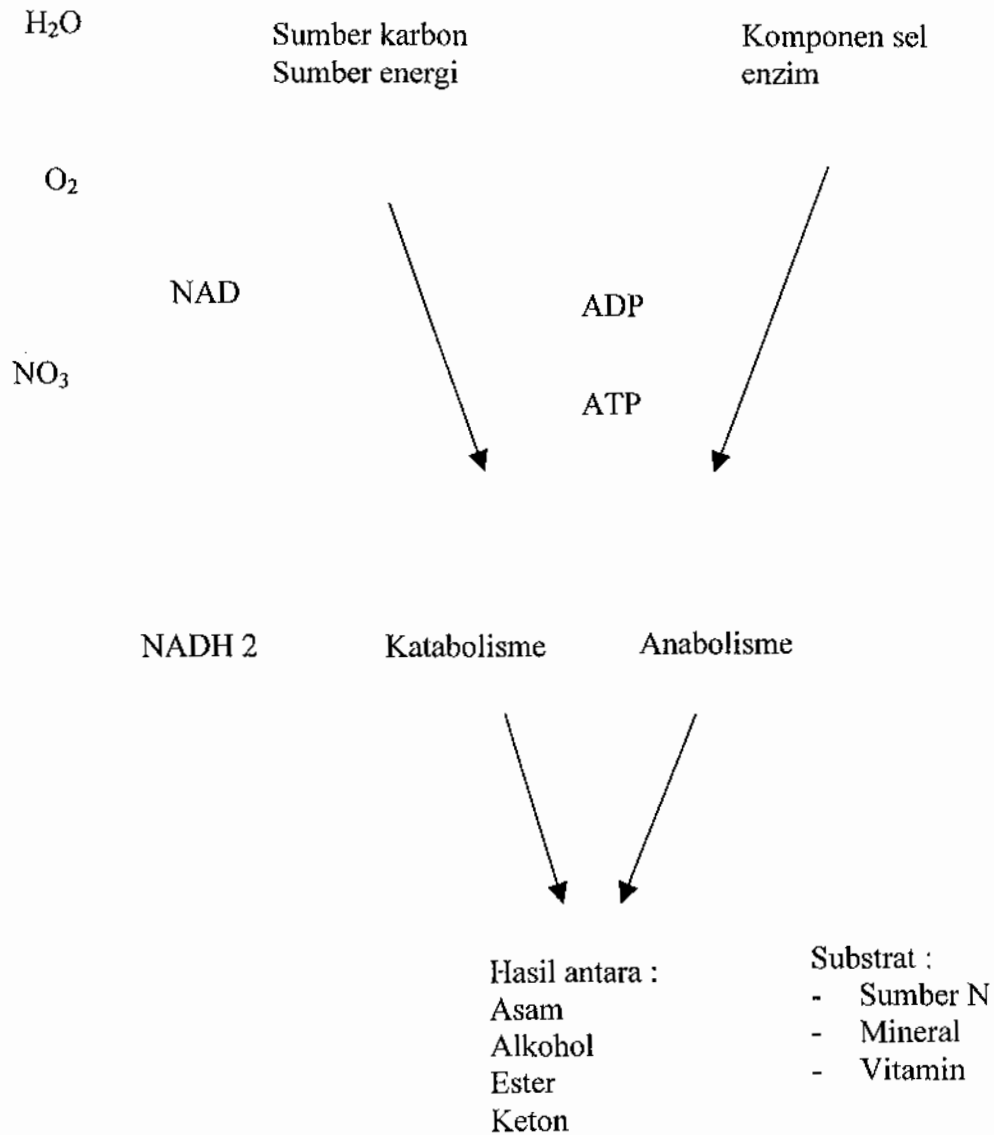
Di dalam industri, fermentasi diartikan sebagai suatu proses untuk mengubah bahan baku menjadi suatu produk oleh massa sel mikrobial, termasuk juga proses anabolisme pembentukan sel (komponen) dengan fermentasi asam sitrat secara aerob. Asam sitrat merupakan produk metabolit primer yang terbentuk dari siklus TCA. Glukosa merupakan sumber karbon utama dalam produknya. Pada sebagian besar mikroba 80 % glukosa dipecah melalui reaksi-reaksi dalam lintasan Embelen Meyakof Parnas (EMP). Asam piruvat yang merupakan produk akhir dari lintasan EMP adalah dioksidasi lebih lanjut kemudian dengan bantuan enzim dikarboksilase membentuk asetat. Asetat yang terbentuk berikatan dengan koenzim A menghasilkan Acetyl-CoA yang kemudian berkondensasi dan oksilasetat membentuk asam sitrat dengan bantuan enzim pengkondensasi sitrat sintesa. (Prescott *et al*, 1959).

Proses Fermentasi secara biokimia dapat digambarkan pada gambar 1. Berdasarkan skema pada gambar 1 tersebut dapat dilihat bahwa, aplikasi proses fermentasi pada skala industri dapat dikelompokkan menjadi 4 macam :

- a. Fermentasi untuk menghasilkan sel mikrobial
Misalnya baker yeast dan protein-protein sel tunggal.
- b. Fermentasi untuk memproduksi enzim
Misalnya produksi protease, amilase, pektinase, laktase, amiloglukosidase.
- c. Fermentasi untuk menghasilkan metabolit primer dan sekunder
 - Metabolit primer : etanol, asam sitrat, lisin, vitamin.
 - Metabolit sekunder : steroid, anti biotik, poliketida, kojic acid.
- d. Fermentasi untuk memodifikasi senyawa kimia tertentu menjadi produk yang nilai ekonominya tinggi (transformasi)
Misalnya fenil dodekan menjadi fenil asam asetat.

Metode-metode yang digunakan pada beberapa industri asam sitrat di Indonesia adalah proses fermentasi secara surface culture dengan media semi padat dan dipilih strain *Aspergillus niger* yang kurang sensitif terhadap adanya ion-ion logam seperti besi, mangan dan sebagainya. Metode fermentasi ini dikenal dengan nama proses Koji. Bahan baku yang dipakai antara lain onggok, gaplek, bekatul dan bahan tambahan lain yang komposisinya diatur sedemikian rupa sehingga didapat

kadar gula total antara 60 - 70 %. (Darwis dkk, 1992). Faktor-faktor yang mempengaruhi fermentasi antara lain : komposisi medium, keasaman (pH) dan aerasi.



Gambar 1. Fermentasi secara biokimia

BAB III

TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1. Tujuan Penelitian

1. Menentukan kondisi operasi yang optimum dari beberapa variabel yang dipelajari.
2. Menentukan konversi optimum dari proses fermentasi.

3.2. Manfaat Penelitian

1. Hasil penelitian ini dapat dipakai sebagai pertimbangan dalam usaha memproduksi asam sitrat dalam dunia industri khususnya pengembangan industri di Indonesia Timur.
2. Meningkatkan penguasaan teknologi fermentasi dan implementasinya dalam industri asam sitrat.

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1. Bahan Penelitian :

- ⇒ Bahan tepung sagu dapat diperoleh dari Pasar Gang Baru Semarang.
- ⇒ Bahan-bahan kimia untuk analisa diperoleh dari CV. Jurus Maju Semarang.
- ⇒ Strain *Aspergillus niger* diperoleh dari Lab. PAU Pangan UGM Yogyakarta.
- ⇒ Potato dextrose agar diperoleh dari Lab. Mikrobiologi Industri Teknik Kimia UNDIP Semarang.

4.2. Variabel

Variabel yang diteliti meliputi :

a) Variabel tetap :

- ⇒ Suhu operasi : 30 °C
- ⇒ Berat gelatin : 500 gr

b) Variabel berubah :

- ⇒ Konsentrasi pati : 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%
- ⇒ Waktu fermentasi : 3 , 4 , 5 , 6 , 7 hari
- ⇒ Perbandingan berat nutrien : 0,2 % , 0,4 % , 0,6 % , 0,8 % 1 %

4.3. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara pengambilan contoh hasil fermentasi setelah difermentasikan sesuai dengan variabel yang dipakai. Contoh hasil tersebut dianalisa secara kimiawi kadar asam sitratnya dengan titrasi asam basa.

4.4. Analisis Data

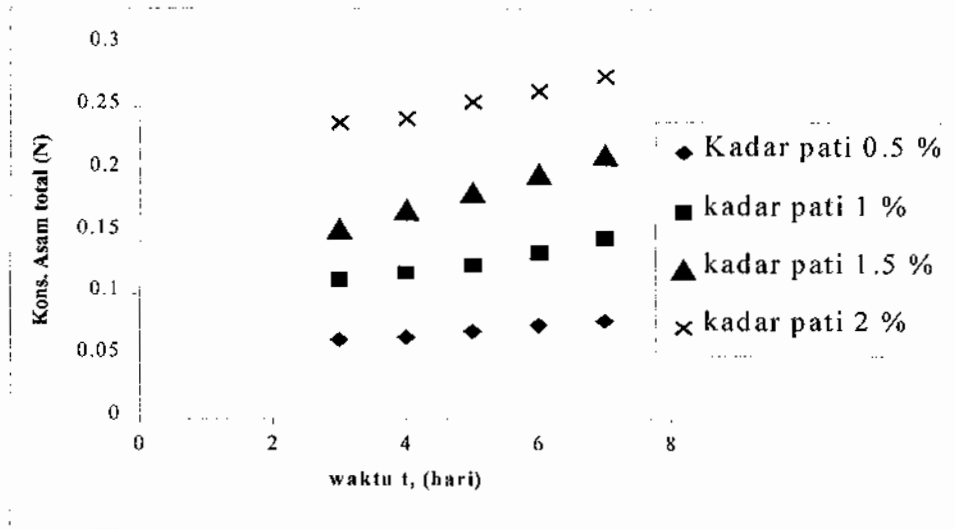
Analisis data secara statistik dilakukan dengan regresi untuk mengetahui kondisi optimum yang diperoleh pada percobaan.

4.5. Alat Penelitian

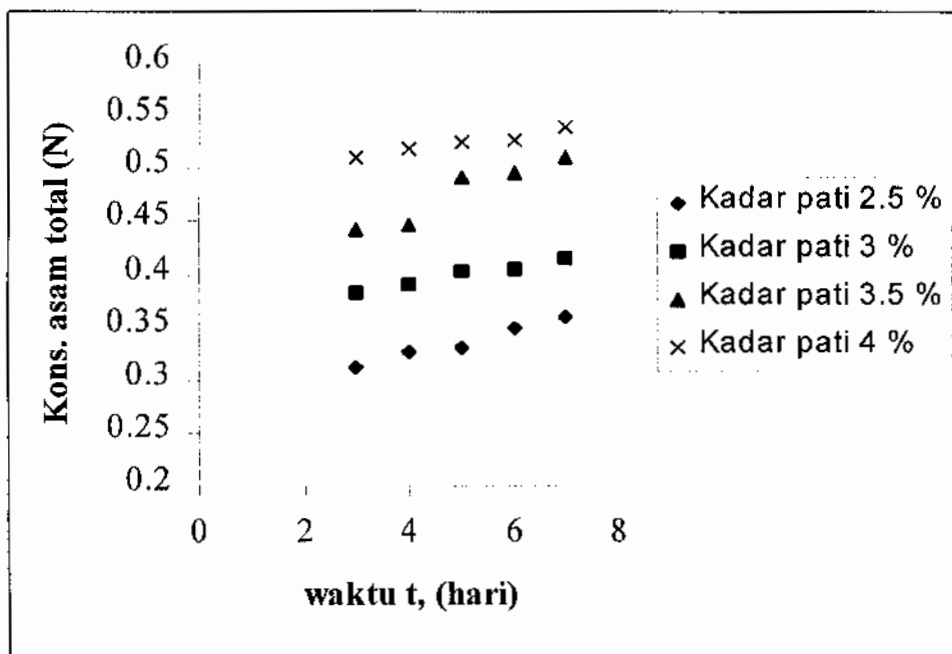
Alat yang dipakai pada penelitian ini terdiri dari autoclave, aerator, rangkaian alat fermentor dan rangkaian alat untuk titrasi asam basa.

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

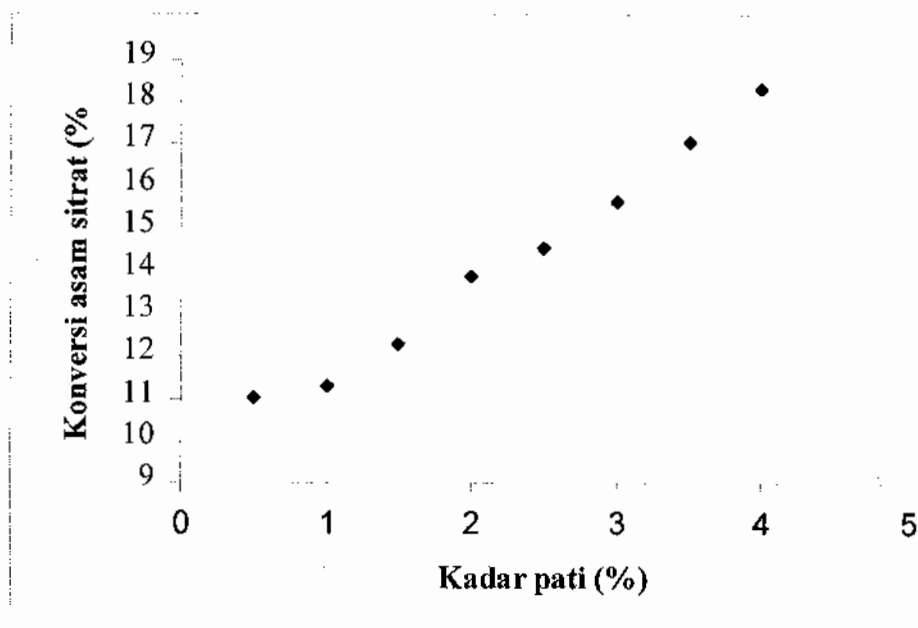
5.1. Hasil Penelitian



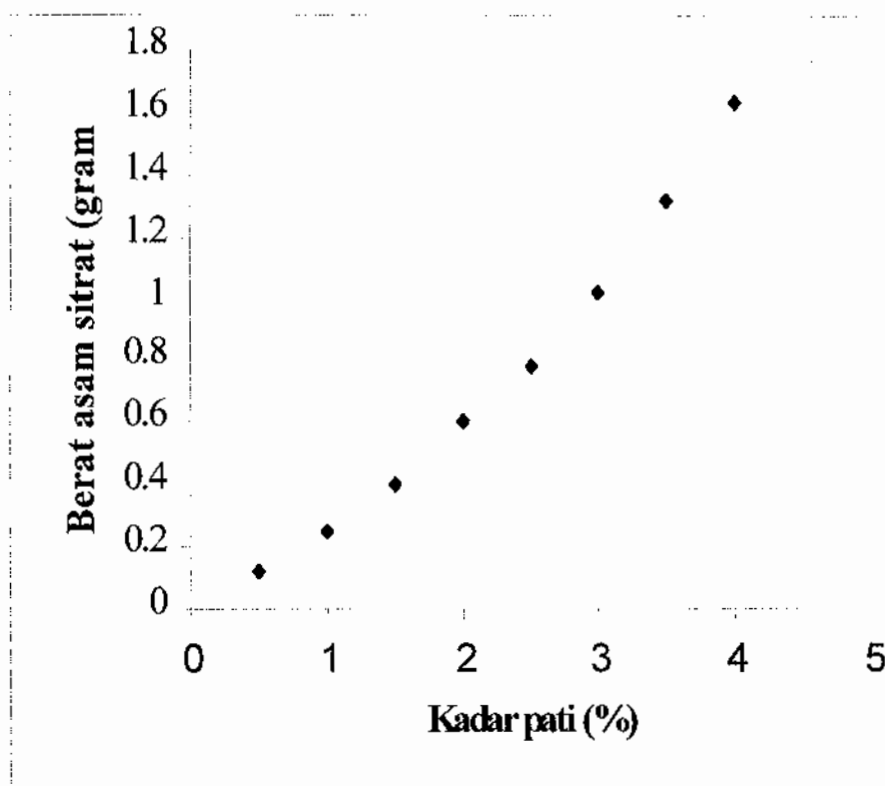
Grafik 1. Konsentrasi asam total akhir sebagai fungsi waktu dengan kadar pati 0,5 – 2 %



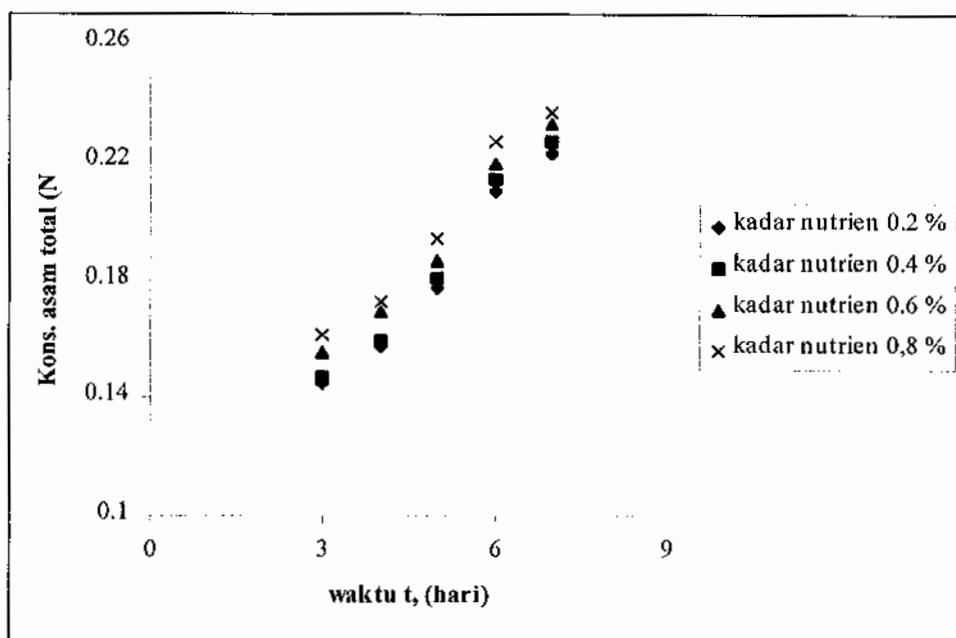
Grafik 2. Konsentrasi asam total akhir sebagai fungsi waktu dengan kadar pati 2,5 – 4 %



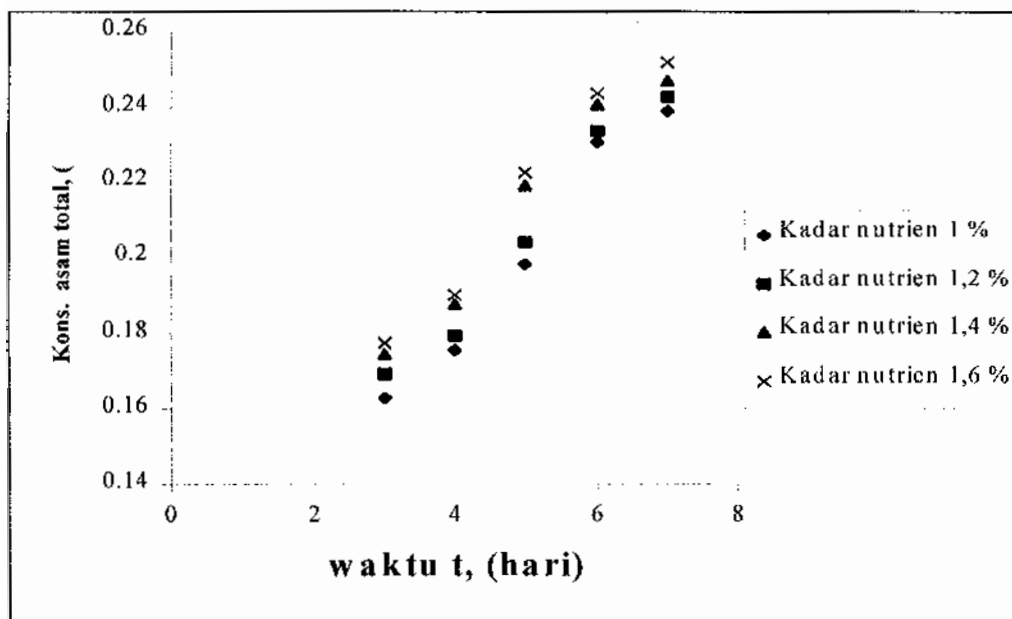
Grafik 3. Hubungan konversi asam sitrat dengan kadar pati



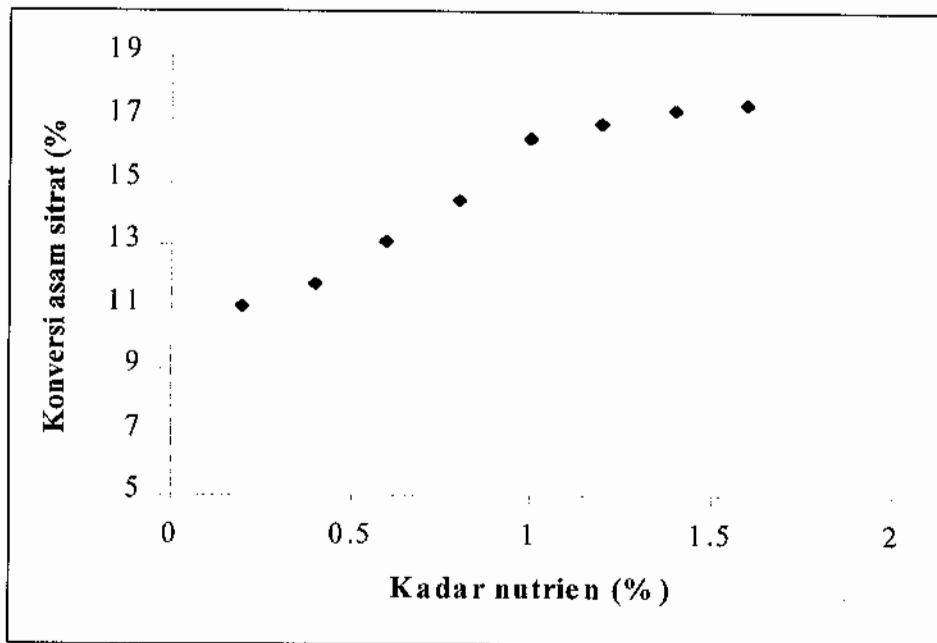
Grafik 4. Hubungan berat asam sitrat yang terbentuk dengan kadar pati



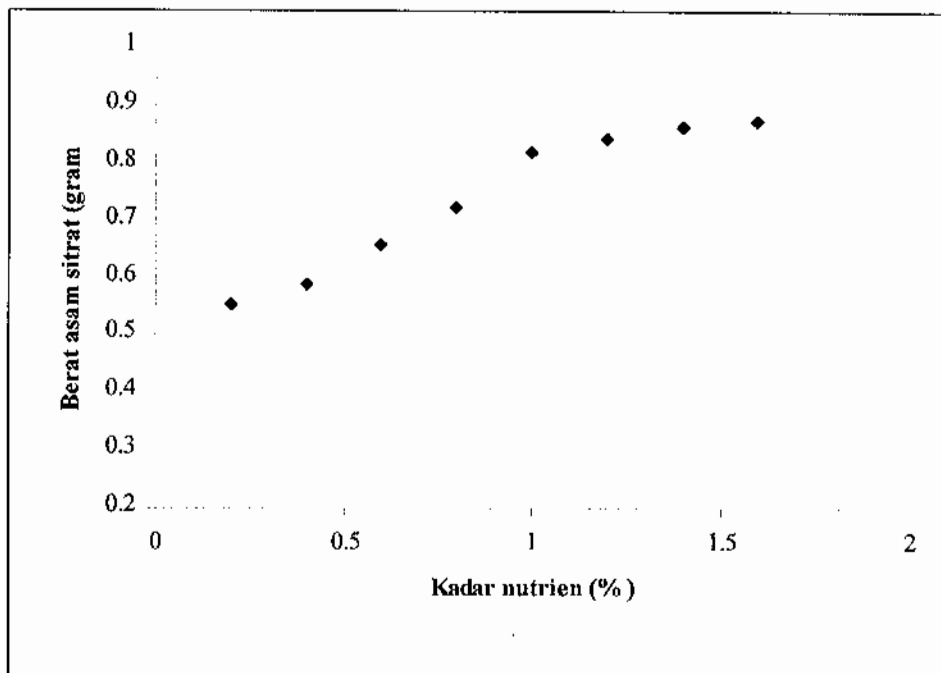
Grafik 5. Konsentrasi asam total akhir sebagai fungsi waktu dengan kadar nutrisi 0,2 – 0,8 %



Grafik 6. Konsentrasi asam total akhir sebagai fungsi waktu dengan kadar nutrisi 1 – 1,6 %



Grafik 7. Hubungan konversi asam sitrat dengan kadar nutrisi NPK



Grafik 8. Hubungan berat asam sitrat dengan kadar nutrisi NPK

5.2. Pembahasan

a. Dengan variabel berubah kadar pati awal

Dari grafik 1 dan grafik 2 dapat dilihat bahwa asam total yang terbentuk dari hari ke hari mengalami kenaikan, hal ini disebabkan semakin banyaknya pati yang terkonversi menjadi asam. Pembentukan asam sendiri disebabkan oleh

aktivitas *Aspergillus Niger*. Semakin tinggi laju pertumbuhan spora maka semakin banyak asam yang terbentuk.

Dari grafik 3 dapat dilihat bahwa konversi bertambah dengan naiknya kadar pati awal. Hal ini disebabkan dengan bertambah besarnya konsentrasi pati maka pembentukan asam sitrat akan semakin banyak sehingga konversi bertambah besar.

Dari grafik 4 dapat dilihat semakin besar konsentrasi pati maka semakin banyak asam sitrat yang terbentuk. Pati yang mengandung glukose merupakan sumber karbon yang dibutuhkan oleh mikroba sebagai zat gizi untuk memproduksi asam sitrat. Sebagian besar (80%) dari glukose diubah menjadi asam piruvat melalui lintasan glikolisis. Piruvat akan mengalami dekarboksilasi dan berikatan dengan koenzim-A membentuk asetil-CoA dan selanjutnya masuk ke dalam siklus Krebs untuk bergabung dengan oksaloasetat membentuk asam sitrat.

b. Dengan variabel berubah kadar nutrisi awal

Dari grafik 5 dan grafik 6 dapat dilihat bahwa asam total yang terbentuk dari hari ke hari mengalami kenaikan, hal ini disebabkan semakin banyaknya pati yang terkonversi menjadi asam. Pembentukan asam sendiri disebabkan oleh aktivitas *Aspergillus Niger*. Semakin tinggi laju pertumbuhan spora maka semakin banyak asam yang terbentuk. Kenaikan tertinggi dicapai pada hari keenam untuk variasi nutrisi 0,2 – 1,2 %. Sedangkan kenaikan tertinggi untuk nutrisi 1,4 – 1,6 dicapai pada hari ke lima, hal ini disebabkan konsentrasi NPK yang tinggi menghambat laju pertumbuhan asam lebih lanjut, sehingga pada hari ke enam laju pertumbuhannya mengalami penurunan.

Dari grafik 7 dapat dilihat bahwa konversi bertambah dengan naiknya kadar nutrisi, hal ini disebabkan karena semakin banyak nutrisi maka *Aspergillus niger* akan mendapatkan makanan yang cukup sehingga asam sitrat yang terbentuk menjadi semakin besar, tetapi pada kadar lebih besar 1,2% konsentrasi asam sitrat yang terbentuk relatif konstan, karena dengan penambahan nutrisi berarti unsur P. tinggi, sementara fermentasi lebih baik pada unsur P rendah. Demikian juga untuk grafik 8.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. KESIMPULAN

1. Pembuatan asam sitrat dengan bahan baku tepung sagu metode fermentasi media cair kenaikan konsentrasi pati maka hasil yang diperoleh semakin besar yaitu untuk batas konsentrasi 0,5 – 4 %.
2. Pembuatan asam sitrat dengan fermentasi pada media cair pemakaian nutrisi NPK dengan kadar > 1 % , pertumbuhan asam sitrat terhambat

6.2. SARAN

1. Penelitian ini dapat ditindak lanjuti untuk konsentrasi yang lebih besar dari 4 % karena belum diperoleh konsentrasi yang optimum.
2. Demikian juga untuk kondisi operasi yang lain perlu dilakukan penelitian untuk memperoleh kondisi yang optimum (optimasi).
3. Tepung sagu dapat dijadikan sebagai bahan baku alternatif untuk pembuatan asam sitrat dengan metode fermentasi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Darwis, A.Z. dan Said, E.G., 1992,"Teknologi Fermentasi", PAU Bioteknologi IPB, Rajawali Press, Jakarta.
2. Haryanto, B. dan Pangloli, P., 1992,"Potensi dan Pemanfaatan Sagu", Edisi Pertama, Kanisius, Yogyakarta.
3. Prescott and Dunn, 1959,"Industrial Microbiology", 3rd edition, Mc Graw Hill Book Co. Inc., New York.

LAMPIRAN

A. HASIL PENELITIAN

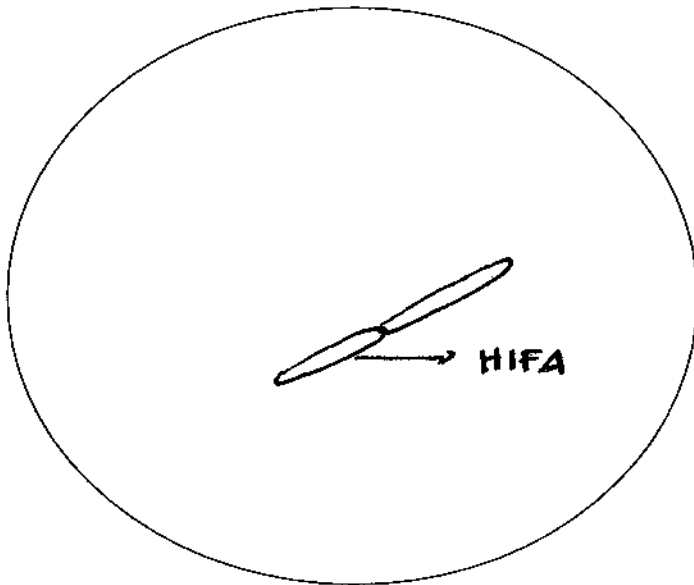
Tabel A.1 Hasil Penelitian untuk variabel berubah kadar pati

konsentrasi pati (%)	Waktu fermentasi (hari) ; volume NaOH (ml)						
	Hari III (ml)	Hari IV (ml)	Hari V (ml)	Hari VI (ml)	Hari VII (ml)	Berat Ca-sitrat (gr)	V. filtrat (ml)
0.5	1.9; 1.9	1.9; 1.9	2 ; 2.1	2.2 ; 2.2	2.3 ; 2.3	0.16	224
1.0	3.3; 3.3	3.5; 3.4	3.7; 3.6	3.9 ;4.0	4.2 ; 4.4	0.32	218
1.5	4.5; 4.5	4.9; 5.0	5.3; 5.4	5.8 ; 5.8	6.3 ; 6.2	0.52	217
2.0	7.1; 6.9	7.0; 7.2	7.5; 7.5	7.7 ; 7.8	8.1 ; 8.1	0.78	216
2.5	9.2; 9.1	9.6; 9.6	9.8; 9.7	10.3; 10.3	10.6; 10.5	1.01	214
3.0	11.2; 11.3	11.5; 11.5	11.8; 11.9	11.9; 11.9	12.2; 12.2	1.32	217
3.5	13; 13	13.1; 13.2	14.4; 14.6	14.6; 14.6	15 ; 15	1.71	221
4.0	15; 15.1	15.3; 15.3	15.4; 15.5	15.5; 15.5	15.9 ; 16	2.12	223

Tabel A.2 Hasil Penelitian untuk variabel berubah kadar nutrien

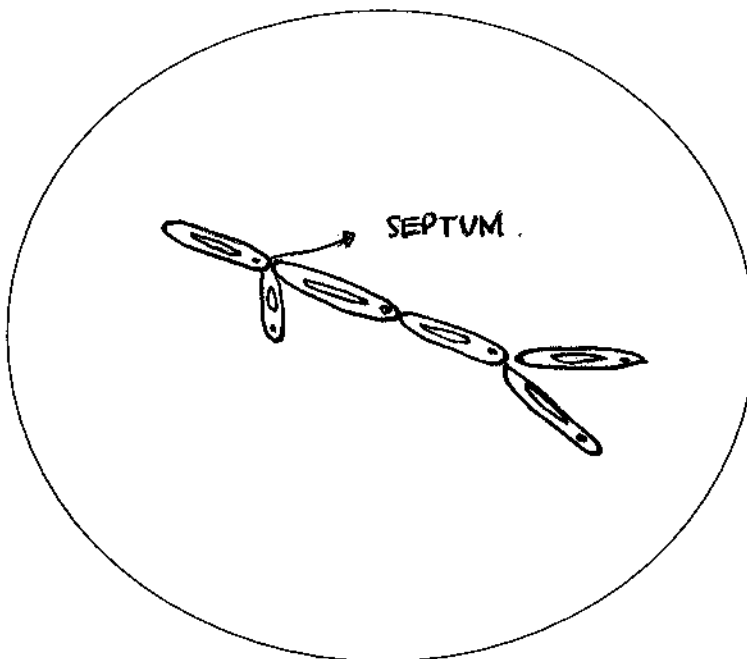
Kadar nutrien (%)	Waktu fermentasi (hari) ; volume NaOH (ml)						
	Hari III (ml)	Hari IV (ml)	Hari V (ml)	Hari VI (ml)	Hari VII (ml)	Berat Ca-sitrat (gr)	V. filtrat (ml)
0.2	7.1 ; 7.1	7.7 ; 7.7	8.7 ; 8.7	10.3 ; 10.3	10.9 ; 10.9	0.55	192
0.4	7.2 ; 7.2	7.8 ; 7.8	8.9 ; 8.9	10.5 ; 10.5	11.0 ; 11.2	0.59	193
0.6	7.7 ; 7.5	8.3 ; 8.3	9.2 ; 9.1	10.8 ; 10.7	11.4 ; 11.4	0.65	191
0.8	7.9 ; 7.9	8.5 ; 8.4	9.5 ; 9.5	11.1 ; 11.1	11.8 ; 11.6	0.73	195
1.0	8.0 ; 8.0	8.6 ; 8.6	9.7 ; 9.7	11.3 ; 11.3	11.9 ; 11.9	0.83	195
1.2	8.3 ; 8.3	8.8 ; 8.8	10.0 ; 10.0	11.5 ; 11.4	12.1 ; 12.1	0.86	196
1.4	8.5 ; 8.6	9.2 ; 9.2	10.7 ; 10.8	11.8 ; 11.8	12.1 ; 12.1	0.89	198
1.6	8.7 ; 8.7	9.3 ; 9.3	10.9 ; 10.9	11.9 ; 12.0	12.4 ; 12.3	0.90	198

B. GAMBAR PERKEMBANGAN ASPERGILLUS NIGER



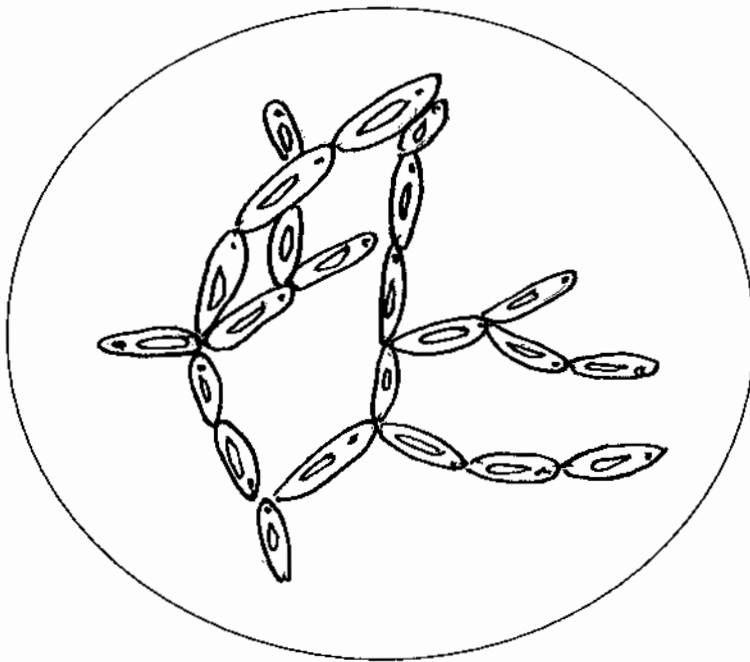
Keterangan : Aspergillus Niger memproduksi secara aseksual dengan pembelahan Konidiaspora membentuk hifa

Gambar B.1. Perkembangan Aspergillus Niger pada hari ke -3



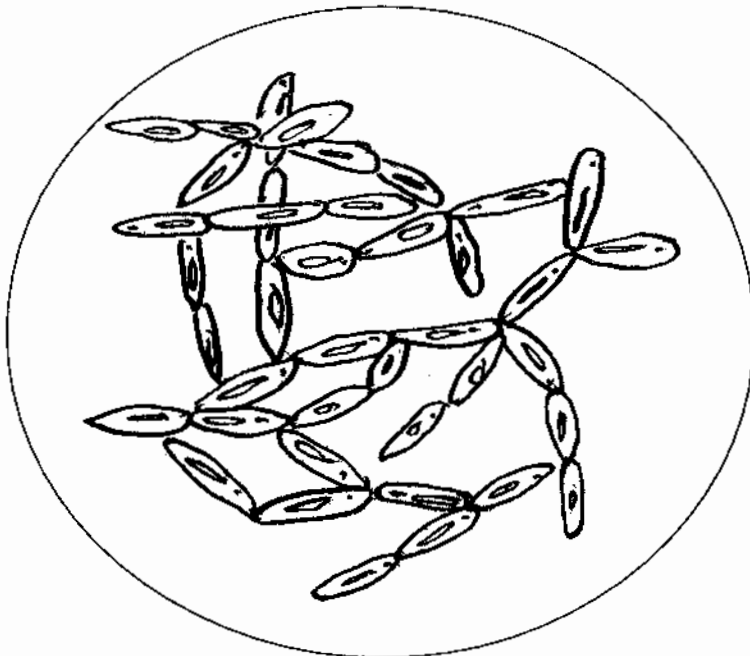
Keterangan : Hifa memanjang dan diantara hifa terdapat septum untuk respirasi

Gambar B.2. Perkembangan Aspergillus Niger pada hari ke -4



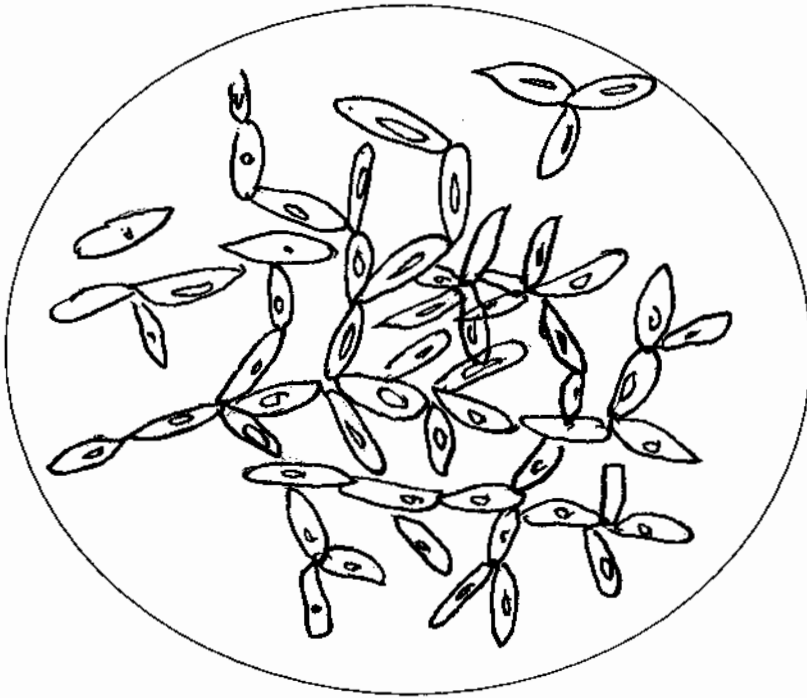
Keterangan : Hifa membentuk cabang-cabang yang saling berhubungan membentuk *miselium*

Gambar B.3. Perkembangan Aspergillus Niger pada hari ke -5



Keterangan : Miselium bertambah banyak

Gambar B.4. Perkembangan Aspergillus Niger pada hari ke -6



Keterangan : Miselium semakin banyak

Gambar B.5. Perkembangan Aspergillus Niger pada hari ke -7

C. CURRICULUM VITAE

CURRICULUM VITAE

1. Ketua Peneliti

DATA PRIBADI

- | | |
|-------------------------|--|
| 1. Nama Lengkap | : Ir. Danny Soetrisnanto, M.Eng. |
| 2. N I P | : 130 701 053 |
| 3. Pangkat/Golongan | : Penata/IIIc |
| 4. Tempat/Tanggal Lahir | : Magelang, 1 Desember 1954 |
| 5. Jenis Kelamin | : Laki-laki |
| 6. Status Perkawinan | : Kawin |
| 7. Alamat | : Jl. Taman Wanara Mukti No. 768, Semarang
Telp. (024) 710451 |

PENDIDIKAN FORMAL

1. Sarjana Teknik Kimia Universitas Diponegoro, 1981
2. Master of Engineering, Waseda University, Tokyo, Japan, 1985

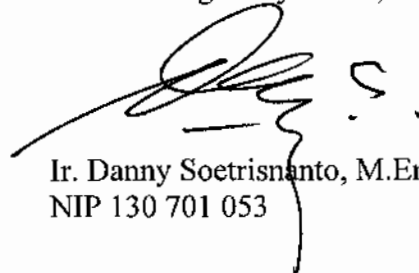
PENDIDIKAN NON FORMAL

1. Pengelolaan Tugas Mengampu UGM, 1981
2. Peneliti Muda Undip, 1981
3. Short Course, Colorado State University, USA, 1996

PENGALAMAN PENELITIAN

1. Pengaruh Mg pada Fermentasi Semi Padat Ampas Tapioka Dengan *Aspergillus niger* Terhadap Yield Asam Sitrat
2. Pengaruh Penambahan Kapur Dolomit Pada Fermentasi Semi Padat Ampas Tapioka Dengan *Aspergillus niger* Terhadap Yield Asam Sitrat
3. Pengaruh Penambahan Methanol Pada Fermentasi Semi Padat Ampas Tapioka Dengan *Aspergillus niger* Terhadap Yield Asam Sitrat
4. Co-Crystalisasi Garam NaCl Dengan Potasium Iodat.
5. Proses Pembuatan Seed Garam Beriodium Konsentrasi Tinggi.
6. Pengaruh Suhu Saturasi Pada Kristalisasi Garam NaCl.
7. Pengaruh Suhu Saturasi Pada Rekristalisasi Tawas Dengan Impuritas Logam Pb.
8. Pengaruh Suhu Saturasi Pada Kristalisasi Asam Sitrat.
9. Pengaruh Kecepatan Tumbuh Kristal Asam Sitrat Pada Konsentrasi Impuritas Logam Besi yang Terperangkap Di Dalam Kristal.

Yang menyatakan,



Ir. Danny Soetrisnanto, M.Eng.
NIP 130 701 053

2. Anggota Peneliti

a. Istadi, ST

DATA PRIBADI

- | | |
|-----------------------|---|
| 1. Nama | : ISTADI, ST |
| 2. NIP | : 132 164 110 |
| 3. Pangkat/Gol. Ruang | : Penata Muda / IIIa |
| 4. Tanggal Lahir | : 1 Maret 1971 |
| 5. Tempat Lahir | : Sukoharjo |
| 6. Jenis Kelamin | : Laki-laki |
| 7. Agama | : Islam |
| 8. Status Perkawinan | : Kawin |
| 9. Alamat | : Jl. Wonodri Krajan III No. 945 Semarang
Telp. (024) 447469 |

PENDIDIKAN FORMAL

1. Sarjana Teknik Kimia Universitas Diponegoro, 1995

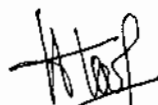
PENDIDIKAN NON FORMAL

1. TOEFL I COURSE, SEU, 1997
2. Kursus AMDAL Tipe A, PPLH UNDIP , 1997

PENGALAMAN PENELITIAN

1. Pengaruh Rasio CaSO_4 /Krim Santan Terhadap Kadar Protein dan Rendemen Blondo, 1994
2. Pembuatan Sumur Sistem Resapan di Daerah Krisis Sumber Air di Blora, 1995
3. Peningkatan Mutu Bahan Baku Minyak Pelumas Secara Ekstraksi dengan Solven Phenol, 1996
4. Pengaruh Proses Ekstraksi Cair-Cair Terhadap Peningkatan Indeks Diesel Heavy Gas Oil Dengan Solven Tetra Ethylene Glycol, 1997
5. Hidrolisa Minyak Kelapa Sawit Dengan Penambahan Surfaktan sebagai Solven, 1997.
6. Pengolahan Limbah Cair Industri Kecil Tekstil dengan Reaktor Anaerobik Bersekat, 1997

Yang menyatakan,



Istadi, ST

NIP 132 164 110

b. Ir. Amin Nugroho, MS.

DATA PRIBADI

- | | |
|-------------------------------|---|
| 1. Nama Lengkap | : Ir. Amin Nugroho, MS |
| 2. NIP | : 132 000 366 |
| 3. Pangkat dan Golongan Ruang | : Penata Muda Tk. I / III b |
| 4. Tanggal Lahir / Umur | : 11 Oktober 1960 / 38 tahun |
| 5. Tempat Lahir | : Semarang |
| 6. Jenis Kelamin | : Laki-laki |
| 7. Agama | : Islam |
| 8. Status Perkawinan | : Kawin |
| 9. Alamat | : Jl. Seroja III No. 17 Semarang
Telp. (024) 317 677 |

PENDIDIKAN FORMAL

1. Sarjana Teknik Kimia Universitas Diponegoro, 1986
2. Magister Teknik Kimia, Institut Teknologi Bandung, 1991

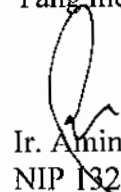
PENDIDIKAN NON FORMAL

1. Training Instrumentasi, ITB Bandung, 1988
2. Kursus Bioteknologi, Laboratorium dan Teknologi, ITB Bandung, 1989
3. Kursus AMDAL A, BINTARI-UNDIP-UGM-BAPEDAL, 1992
4. Kursus Metode Penelitian Bidang Rekayasa, DIKTI, 1993
5. Kursus Menulis Buku, PPPSL-DIKTI, Cisarua, 1996

PENGALAMAN PENELITIAN

1. Pengaruh berbagai jenis koagulan terhadap penurunan warna pada limbah cair industri tekstil, 1994
2. Perbaikan mutu minyak goreng rakyat dengan proses mixed-concentration soda, 1995
3. Pembuatan Fine Chemical Perak Sulfat, 1995
4. Penurunan kadar Fe(II) dan Mn(II) dalam air baku air minum dan limbah dengan Manganese Zeolith, 1995

Yang menyatakan,


Ir. Amin Nugroho, MS.
NIP 132 000 366

c. Heru Susanto, ST

DATA PRIBADI

- | | |
|-------------------------|---|
| 1. Nama Lengkap | : Heru Susanto, ST |
| 2. N I P | : 132 205 675 |
| 3. Pangkat/Golongan | : Penata Muda / IIIa |
| 4. Tempat/Tanggal Lahir | : Kab. Semarang, 29 Mei 1975 |
| 5. Jenis Kelamin | : Laki-laki |
| 6. Status Perkawinan | : Belum Kawin |
| 7. Alamat | : Jl. Bukit Umbul No. 2 Sumur Boto , Banyumanik
Semarang Telp. (024) 478 631 |

PENDIDIKAN FORMAL

1. Sarjana Teknik Kimia Universitas Diponegoro, 1997

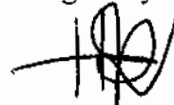
PENDIDIKAN NON FORMAL

1. TOEFL COURSE , SEU UNDIP, 1998

PENGALAMAN PENELITIAN / PUBLIKASI ILMIAH

1. Hidrodinamika Rectangular Airlift Reactor, 1996
2. Pengaruh Laju Alir Gas dan Tinggi Cairan Terhadap Gas Holdup dan Laju Sirkulasi Pada Rectangular Airlift Reactor Sirkulasi Dalam, 1997
3. Reactor Airlift dan Aplikasinya pada Pengolahan Limbah Domestik, 1998

Yang menyatakan,



Heru Susanto, ST
NIP 132 205 675